

ĐLVN 321 : 2016

**MÁY PHÂN TÍCH PHỔ
QUY TRÌNH HIỆU CHUẨN**

Spectrum analyzers – Calibration procedure

HÀ NỘI - 2016

Lời nói đầu:

ĐLVN 321 : 2016 thay thế ĐLVN 209 : 2009.

ĐLVN 321 : 2016 do Ban kỹ thuật đo lường TC 5 “Phương tiện đo điện tử” biên soạn, Viện Đo lường Việt Nam đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng ban hành.

Máy phân tích phổ - Quy trình hiệu chuẩn

Spectrum analyzers – Calibration procedure

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn máy phân tích phổ có đặc trưng kỹ thuật đo lường chính như sau:

- Tần số làm việc: 10 MHz ÷ 40 GHz;
- Tần số gốc: 10 MHz;
- Độ ổn định tần số $\leq 10^{-6}/h$;
- Mức tạp nhiễu trung bình: - 70 dBm;
- Sai số đo mức: ± 1 dB;
- Độ bằng phẳng đáp tuyến tần số: 3 dB

dùng để kiểm định phương tiện đo kiểm tra tốc độ phương tiện giao thông.

2 Giải thích từ ngữ

Trong văn bản này, các từ ngữ dưới đây được hiểu như sau:

2.1 UUT (Unit Under Test): Máy phân tích phổ cần hiệu chuẩn.

2.2 ĐKĐBĐ: Độ không đảm bảo đo.

3 Các phép hiệu chuẩn

Phải lần lượt tiến hành các phép hiệu chuẩn ghi trong bảng 1.

Bảng 1

TT	Tên phép hiệu chuẩn	Theo điều mục của quy trình
1	Kiểm tra bên ngoài	7.1
2	Kiểm tra kỹ thuật	7.2
3	Kiểm tra đo lường	7.3
3.1	Kiểm tra sai số và độ ổn định tần số gốc 10 MHz	7.3.1
3.2	Kiểm tra độ chính xác về biên độ và tần số của đầu ra chuẩn	7.3.2
3.3	Kiểm tra mức tạp nhiễu trung bình	7.3.3

ĐLVN 321 : 2016

TT	Tên phép hiệu chuẩn	Theo điều mục của quy trình
3.4	Kiểm tra độ chính xác của bộ đếm tần số	7.3.4
3.5	Kiểm tra độ bằng phẳng đáp tuyến tần số	7.3.5
3.6	Kiểm tra sai số đo mức	7.3.6

4 Phương tiện hiệu chuẩn

Các phương tiện đo dùng trong hiệu chuẩn máy phân tích phổ được nêu trong bảng 2.

Bảng 2

TT	Tên phương tiện dùng để hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều mục của quy trình
1	Chuẩn đo lường		
1.1	Máy tạo sóng	Dải tần: 10 MHz ÷ 40 GHz	7.3.4; 7.3.5; 7.3.6
1.2	Máy đo công suất	10 MHz ÷ 18 GHz	7.3.2
1.3	Máy đo tần số	Dải tần: 10 Hz ÷ 18 GHz; Độ ổn định: 10^{-8}	7.3.1, 7.3.2
1.4	Tải chuẩn 50 Ω	10 MHz đến 40 GHz	7.3.3
2	Phương tiện đo		
	Các loại đầu đo công suất	10 MHz ÷ 26,5 GHz - 67 dBm ÷ + 30 dBm	7.3.2
3	Phương tiện phụ		
	Các loại cáp và bộ chuyển đổi phù hợp		7.3.1 đến 7.3.6

5 Điều kiện hiệu chuẩn

Khi tiến hành hiệu chuẩn phải đảm bảo các điều kiện môi trường sau đây:

- Nhiệt độ: $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$;
- Độ ẩm: $\leq 80 \% \text{RH}$ (không đọng sương).

6 Chuẩn bị hiệu chuẩn

Trước khi tiến hành hiệu chuẩn phải thực hiện các công việc chuẩn bị sau đây:

- Làm sạch UUT;
- Cấp nguồn điện cho UUT và các thiết bị dùng để hiệu chuẩn ít nhất 15 phút trước khi tiến hành hiệu chuẩn;

- UUT và các thiết bị dùng để hiệu chuẩn phải được đặt trong môi trường hiệu chuẩn ít nhất 15 phút trước khi tiến hành hiệu chuẩn.

7 Tiến hành hiệu chuẩn

7.1 Kiểm tra bên ngoài

Phải kiểm tra bên ngoài theo các yêu cầu sau đây:

- UUT cần hiệu chuẩn phải nguyên vẹn, không bị hỏng hóc cơ khí, các núm nút điều khiển dễ dàng;
- Cầu chì, đèn chỉ thị đúng trị số và không hỏng hóc.

7.2 Kiểm tra kỹ thuật

Phải kiểm tra kỹ thuật theo các yêu cầu sau đây:

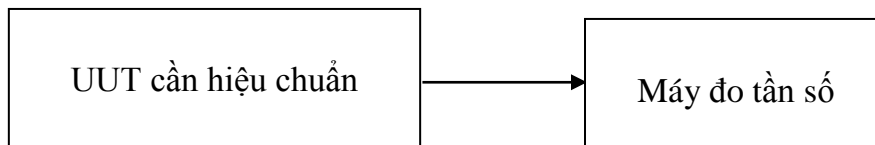
- Bật UUT lên kiểm tra các tính năng của máy phải hoạt động bình thường;
- Màn hình hiển phải hiển thị rõ ràng các thông số đo lường.

7.3 Kiểm tra đo lường

UUT được kiểm tra đo lường theo trình tự, nội dung, phương pháp và yêu cầu sau đây:

7.3.1 Kiểm tra sai số và độ ổn định tần số gốc 10 MHz.

Sai số và độ ổn định tần số được xác định theo sơ đồ hình 1.



Hình 1

Tần số gốc 10 MHz từ đầu ra của UUT cần hiệu chuẩn được đưa vào đầu vào của máy đo tần số. Tiến hành đo ít nhất $n = 10$ lần. Kết quả tần số đo được ghi vào biên bản hiệu chuẩn trong bảng 1a, phụ lục.

Sai số tuyệt đối tần số gốc được xác định bằng công thức :

$$\Delta f = f_{tb} - 10\,000\,000 \quad (\text{Hz}) \quad (1)$$

Trong đó:

$$f_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{n} \quad n \geq 10 \quad (2)$$

UUT phải được tắt ít nhất 1 giờ để làm nguội.

Độ ổn định tần số gốc 10 MHz được xác định như sau:

- 05 phút sau khi bật lại UUT đo giá trị tần số gốc f_1 ;
- 15 phút sau đo giá trị tần số gốc f_2 ;

ĐLVN 321 : 2016

- 60 phút sau đo giá trị tần số gốc f_3 .

Độ ổn định tần số sau bật máy 05 phút và 15 phút được tính theo công thức:

Độ ổn định tần số sau 05 phút bật máy:

$$\theta_{05} = \frac{f_1 - f_3}{1 \times 10^7} \quad (3)$$

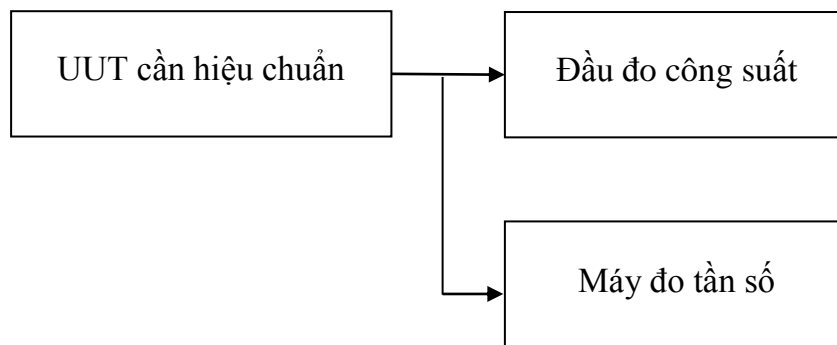
Độ ổn định tần số sau 15 phút bật máy:

$$\theta_{15} = \frac{f_2 - f_3}{1 \times 10^7} \quad (4)$$

Kết quả tính toán độ ổn định được ghi vào biên bản hiệu chuẩn trong bảng 1b, phụ lục.

7.3.2 Kiểm tra độ chính xác về biên độ và tần số của đầu ra chuẩn

Độ chính xác về biên độ và tần số đầu ra chuẩn của UUT được xác định theo sơ đồ hình 2.



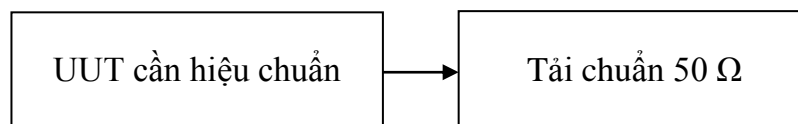
Hình 2

Độ chính xác biên độ và tần số của đầu ra chuẩn được xác định bằng máy đo công suất và máy đo tần số. Kết quả đo ghi vào bảng 2, phụ lục.

Sai số đo tần đầu ra chuẩn không được lớn hơn 10^{-6} , sai số mức đầu ra chuẩn không được lớn hơn 1dB.

7.3.3 Kiểm tra mức tạp nhiễu trung bình

Mức tạp nhiễu trung bình của UUT được xác định theo sơ đồ hình 3.



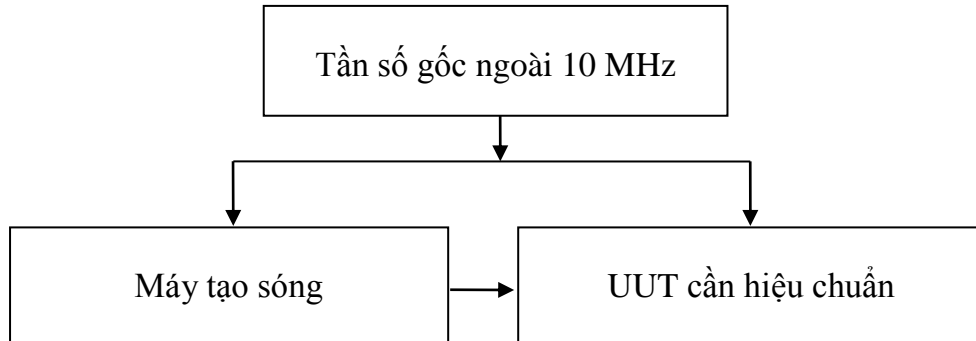
Hình 3

Đầu vào 50 Ω của UUT được đấu tải chuẩn 50 Ω . Thiết lập độ phân dải băng thông, băng thông video và suy giảm đầu vào phù hợp với đặc tính kỹ thuật của UUT cần hiệu chuẩn. Mức tạp nhiễu trung bình hiển thị được xác định tại ít nhất 3 điểm trong dải băng thông. Kết quả ghi vào bảng 3 của phụ lục.

Sai số đo được không được vượt quá -70 dBm.

7.3.4 Kiểm tra độ chính xác của bộ đếm tần số

Độ chính xác bộ đếm tần số của UUT được xác định theo sơ đồ hình 4.



Hình 4

Độ chính xác của bộ đếm tần số được xác định bằng cách đo trực tiếp tần số f_4 đầu ra của máy phát quét cũng như tần số vạch đánh dấu f_5 bằng UUT.

Độ chính xác Δ_f của bộ đếm tần số được xác định theo công thức:

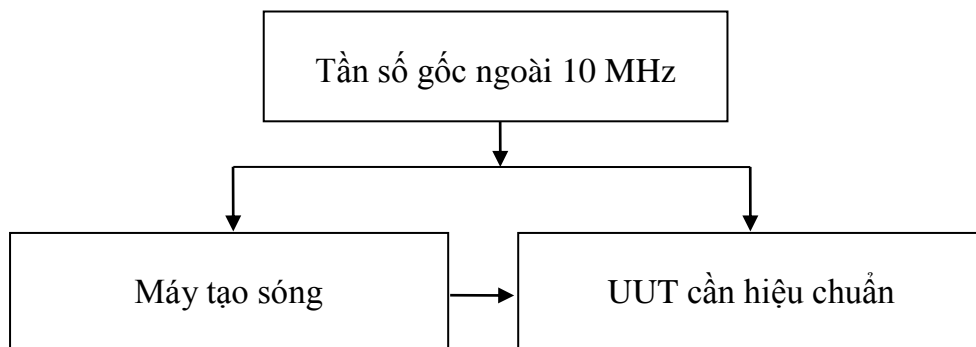
$$\Delta_f = f_4 - f_5 \tag{5}$$

Kết quả đo ghi vào bảng 4 của phụ lục.

Sai số đo được không được vượt quá 10^{-6} .

7.3.5 Kiểm tra độ bằng phẳng đáp tuyến tần số

Độ bằng phẳng đáp tuyến tần số của UUT được xác định theo sơ đồ hình 5.



Hình 5

Độ bằng phẳng đáp tuyến tần số của UUT được thực hiện bằng cách đưa biên độ danh định từ máy phát mức tổ hợp so sánh với mức tại tần số tín hiệu chuẩn F_o . Độ bằng phẳng đáp tuyến tần số λ tính bằng dB được xác định theo công thức:

$$\lambda = 20 \times \log \frac{U_i}{U_o} \quad (\text{dB}) \tag{6}$$

Trong đó:

U_i : mức biên độ tín hiệu đo được tại giá trị tần số i ;

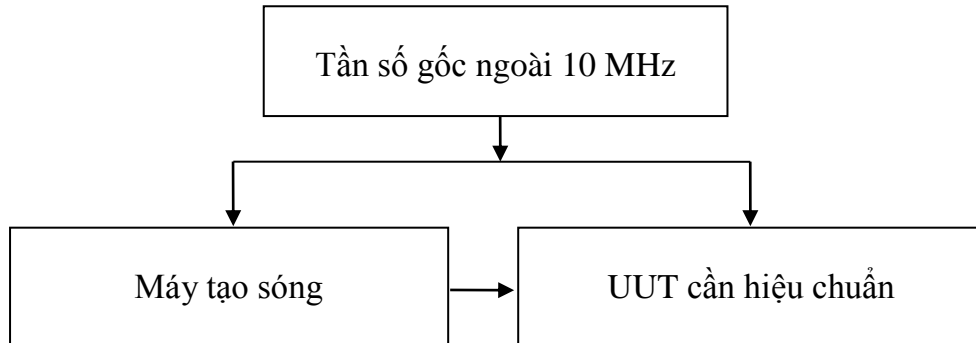
ĐLVN 321 : 2016

U_o : mức biên độ tín hiệu đo được tại tần số tín hiệu chuẩn F_o .

Các giá trị biên độ đo được ghi vào bảng 5, phụ lục.

7.3.6 Kiểm tra sai số đo mức

Sai số đo mức của UUT được xác định theo sơ đồ hình 10.



Hình 6

Sai số đo mức của UUT được xác định bằng cách đưa mức tín hiệu với biên độ danh định vào UUT tại tần số 50 MHz. So sánh các mức phát danh định của máy tạo sóng với mức đo được trên UUT. Sai số đo mức i được xác định theo công thức:

$$\Delta_{tti} = U_{UUTi} - U_{MTSi} \quad (7)$$

Trong đó:

Δ_{tti} : Sai số đo mức của UUT

U_{UUTi} : Mức i đo được bằng UUT;

U_{MTSi} : Mức i của máy phát mức tổ hợp;

Các giá trị đo được ghi vào bảng 6 phụ lục.

Sai số đo được cộng với độ không bảo đảm đo tổng hợp (U) được tính toán ở mục 8 không được vượt quá 1 dB.

8 Ước lượng độ không đảm bảo đo

Độ không bảo đảm đo được tính toán cho phép hiệu chuẩn ở mục 7.3.6.

8.1 Các thành phần độ không đảm bảo đo

8.1.1 ĐKĐBĐ loại A, u_A

u_A được tính theo phương pháp thống kê dựa vào kết quả đo.

Giá trị trung bình của n giá trị đo:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (8)$$

Độ lệch chuẩn $s(x_i)$:

$$s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (9)$$

Độ không đảm bảo đo loại A chính bằng độ lệch chuẩn thực nghiệm của giá trị trung bình $s(\bar{x})$:

$$u_A = s(\bar{x}) = \frac{s(x_i)}{\sqrt{n}} \quad (10)$$

Trong phép hiệu chuẩn UUT phân xác định độ trung thực của thang chia độ, mỗi điểm hiệu chuẩn tối thiểu được lấy kết quả đo 3 lần ($n = 3$).

8.1.2 ĐKĐBĐ loại B, u_B

$$u_B = \sqrt{u_{B1}^2 + u_{B2}^2} \quad (11)$$

Trong đó:

u_{B1} : ĐKĐBĐ về mức theo công bố của nhà sản xuất ghi trong tài liệu kỹ thuật của UUT.

u_{B2} : ĐKĐBĐ của máy phát mức theo công bố của nhà sản xuất ghi tài liệu kỹ thuật của máy phát mức tổ hợp.

8.3 Độ không đảm bảo đo tổng hợp: u_C

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} \quad (12)$$

8.4 Độ không đảm bảo đo mở rộng: U

Tính với mức độ tin cậy 95 %; hệ số phủ $k = 2$:

$$U = 2 \times u_C \quad (13)$$

Bảng tổng hợp các nguồn gây nên độ không đảm bảo đo

TT	Nguồn gốc gây nên độ không đảm bảo đo	ĐKĐBĐ loại	Phân bố
1	Độ không đảm bảo đo loại A, u_A	A	Chuẩn
2	Độ không đảm bảo đo loại B, u_B		
2.1	ĐKĐBĐ về mức theo công bố của nhà sản xuất, u_{B1}	B	Chữ nhật
2.2	ĐKĐBĐ của máy phát mức theo công bố của nhà sản xuất, u_{B2}	B	Chữ nhật
	ĐKĐBĐ tổng hợp, u_C		Chuẩn
	ĐKĐBĐ mở rộng, U		Chuẩn

9 Xử lý chung

9.1 Máy phân tích phổ sau khi hiệu chuẩn nếu đảm bảo các yêu cầu nêu trong mục 7 và 8 thì được cấp chứng chỉ hiệu chuẩn (tem hiệu chuẩn, giấy chứng nhận hiệu chuẩn,...) theo quy định.

9.2 Máy phân tích phổ sau khi hiệu chuẩn nếu không đảm bảo yêu cầu trong mục 7 và 8 thì không cấp chứng chỉ hiệu chuẩn mới và xóa dấu hiệu chuẩn cũ (nếu có).

9.3 Chu kỳ hiệu chuẩn của máy phân tích phổ là 12 tháng.

Tên cơ quan hiệu chuẩn
.....

BIÊN BẢN HIỆU CHUẨN
Số:

Tên chuẩn/phương tiện đo:

Kiểu: Số:

Cơ sở sản xuất: Năm sản xuất:

Đặc trưng kỹ thuật :

Cơ sở sử dụng:

Phương pháp thực hiện:

Chuẩn, thiết bị chính được sử dụng:

Điều kiện môi trường: Nhiệt độ:°C Độ ẩm:%

Người thực hiện: Ngày thực hiện:

Địa điểm thực hiện:

KẾT QUẢ HIỆU CHUẨN

1 Kiểm tra bên ngoài: Đạt Không đạt

2 Kiểm tra kỹ thuật: Đạt Không đạt

3 Kiểm tra đo lường

3.1 Kiểm tra sai số và độ ổn định tần số gốc 10 MHz.

Bảng 1a

TT	Giá trị đo được lần thứ i	f_{tb}	Sai số tuyệt đối Δf
1			
2			
...			
10			

Đạt Không đạt

Bảng 1b

TT	Tần số gốc 10 MHz	f_1	f_2	f_3	Độ ổn định
1					
2					
3					
4					

Đạt Không đạt

3.2 Kiểm tra độ chính xác về biên độ và tần số của đầu ra tín hiệu chuẩn

Bảng 2

TT	Giá trị tần số danh định	Giá trị biên độ danh định	Giá trị tần số đo được	Giá trị biên độ đo được	Sai số tần số	Sai số biên độ

Đạt

Không đạt

3.3 Kiểm tra mức tạp nhiễu trung bình

Bảng 3

TT	Tần số	Mức tạp nhiễu trung bình đo được	Mức giới hạn
1	10 MHz		
2	50 MHz		
3	100 MHz		
...	...		
10	đến F_{\max}		

Đạt

Không đạt

3.4 Kiểm tra độ chính xác của bộ đếm tần số

Bảng 4

TT	Tần số thiết lập của máy tạo sóng	Thiết lập của UUT		Tần số đo được f_4	Tần số đo được f_5	Độ chính xác
		Tần số nhịp	Tần số trung tâm			
1						
2						
3						

Đạt

Không đạt

3.5 Kiểm tra độ bằng phẳng đáp tuyến tần số

Bảng 5

TT	Tần số	Giá trị biên độ đo được	λ_i	Mức giới hạn
1				
2				
3				

Đạt

Không đạt

3.6 Kiểm tra sai số đo mức

Bảng 6

TT	Mức biên độ của máy tạo sóng	Mức biên độ đo được trên UUT	Sai số
1			
2			
3			
4			

Đạt

Không đạt

4. Kết luận:.....

Người soát lại

Người thực hiện